



## Epidemiología de la malaria en población longeva y centenaria de Colombia 2010-2024

### Epidemiology of malaria in elderly and centenarian populations of Colombia 2010-2024

Mario-J. Olivera<sup>1,2\*</sup> , Luis Acuña-Cantillo<sup>1,2</sup> , Julio Padilla<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Grupo de Parasitología, Instituto Nacional de Salud de Colombia, Bogotá D.C., Colombia

<sup>2</sup>Red de Gestión del Conocimiento, Innovación e Investigación en Malaria, Colombia

Recibido: 24 febrero 2026

Aceptado: 03 marzo 2026

Publicado: 09 abril 2026

\*Correspondencia: Mario J. Olivera. molivera@ins.gov.co

#### Resumen

**Introducción:** La malaria en población longeva y centenaria representa un grupo poco estudiado, lo que limita la comprensión de su comportamiento epidemiológico y de las necesidades específicas en este grupo etario.

**Materiales y métodos:** Se analizaron los casos notificados de malaria en personas de 77 años o más en Colombia durante el periodo 2010–2024.

**Resultados:** Durante 2010–2024 se notificaron 5.794 casos de malaria en personas de 77 años o más en Colombia, con el mayor registro en 2024 (843 casos). La mitad de los eventos correspondió a *Plasmodium vivax* (52%) y se observó ligera predominancia masculina (51%). La mayor carga se concentró en el grupo de 77–82 años (62%), mientras que los centenarios ( $\geq 100$  años) representaron el 1% de los casos. La población afectada fue mayoritariamente del régimen subsidiado (92%) y cerca de la mitad recibió diagnóstico en menos de 48 horas (45%). El 6% cursó con hospitalización y se reportó un solo fallecimiento en este subgrupo. En términos territoriales, el 49% ocurrió en área rural dispersa y el 51% se concentró en municipios de las regiones del Pacífico, Urabá–Bajo Cauca–Sinú–San Jorge y Amazonía.


**Conclusión:** Estos hallazgos describen por primera vez el panorama epidemiológico de malaria en población longeva y centenaria, y resaltan la necesidad de fortalecer el acceso al diagnóstico oportuno y la atención del adulto mayor en contextos rurales y endémicos.

**Palabras clave:** Epidemiología. Longevidad. *Plasmodium*. Geriatria. Malaria.

Med 2026; 48(1): 20-30

<https://doi.org/10.56050/RM-48-1-04>

[www.revistamedicina.net](http://www.revistamedicina.net)

© 2026 Los autores. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia **Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)**. Publicado con  en nombre de Academia Nacional de Medicina de Colombia.

## Abstract

**Introduction:** Malaria in long-lived and centenarian populations represents an understudied group, limiting the understanding of its epidemiological behavior and the specific healthcare needs of this age group.

**Materials and methods:** Reported malaria cases in individuals aged 77 years or older in Colombia were analyzed for the period 2010–2024.

**Results:** Between 2010 and 2024, a total of 5,794 malaria cases were reported in individuals aged 77 years or older in Colombia, with the highest number recorded in 2024 (843 cases). Half of the cases were caused by *Plasmodium vivax* (52%), with a slight male predominance (51%). The highest burden was observed in the 77–82-year age group (62%), while centenarians ( $\geq 100$  years) accounted for 1% of cases. Most patients belonged to the subsidized health insurance regime (92%), and nearly half received a diagnosis within 48 hours (45%). Six percent required hospitalization, and only one death was reported in this subgroup. Geographically, 49% of cases occurred in dispersed rural areas, while 51% were concentrated in municipalities from the Pacific, Urabá–Bajo Cauca–Sinú–San Jorge, and Amazon regions.

**Conclusion:** These findings provide the first description of the epidemiological profile of malaria in long-lived and centenarian populations and highlight the need to strengthen timely diagnosis and healthcare access for older adults in rural and endemic settings.

**Keywords:** Epidemiology. Geriatrics. Longevity. Malaria. Plasmodium.

---

## Introducción

La malaria persiste como uno de los principales desafíos de salud pública a nivel global, con una carga estimada de 282 millones de casos y 610.000 muertes en más de 80 países<sup>1</sup>. En la última década, el progreso hacia la eliminación se ha desacelerado debido a la convergencia de factores como el cambio climático, la movilidad poblacional, los conflictos sociales, la resistencia a fármacos e insecticidas y la reducción de la financiación, entre otros aspectos, que comprometen los objetivos de la estrategia técnica mundial de eliminación<sup>2</sup>.

En Colombia, la transmisión de malaria es endemo-epidémica, focal y heterogénea, con predominio histórico de *Plasmodium vivax*, la presencia de vectores competentes como *Anopheles darlingi*, *An. albimanus* y *An. nuneztovari*, brotes asociados a la variabilidad climática, especialmente durante eventos de El Niño, así como a dinámicas territoriales en el Pacífico, Urabá–Bajo Cauca–Sinú–San Jorge y Amazonía<sup>3-6</sup>. Entre 2010 y 2024 se han documentado oscilaciones con incrementos recientes en Chocó, Nariño, Córdoba, Antioquia y Vaupés, lo que

refuerza la necesidad de la microestratificación del riesgo y enfoques territoriales<sup>7-9</sup>.

Paralelamente, Colombia experimenta una transición demográfica acelerada, con un crecimiento del número de personas longevas ( $\geq 77$  años) y centenarias ( $\geq 100$  años). Estudios nacionales muestran concentraciones geográficas de longevidad y perfiles diferenciales de salud y supervivencia, abriendo la posibilidad de explorar cómo las exposiciones infecciosas acumuladas a lo largo del curso de vida interactúan con el envejecimiento saludable<sup>10</sup>. Desde la biología del envejecimiento, la inmunosenescencia y la inflamación crónica de bajo grado (inflammaging) modifican la respuesta frente a patógenos y vacunas. Se han descrito alteraciones en la inmunidad innata y adaptativa, reducción de la diversidad del repertorio T y B, y cambios en la función de células NK que influyen en la susceptibilidad y la gravedad de las infecciones en la vejez<sup>11-14</sup>.

En centenarios se han identificado perfiles inmunes particulares asociados a longevidad excepcional, con regulación del eje Th17/Treg y control de vías proinflamatorias, lo que sugiere mecanismos de

tolerancia que podrían modular la respuesta frente a *Plasmodium*<sup>15-17</sup>. La infección por malaria deja, además, huellas inmunológicas duraderas. Estudios experimentales y clínicos han documentado anticuerpos funcionales, memorias de linfocitos T y NK y modulaciones epigenéticas que pueden persistir décadas después de la exposición natural<sup>18,19</sup>. En contextos de baja endemicidad, la edad avanzada se ha asociado tanto con mayor riesgo de enfermedad grave mediada por disfunción endotelial como con posibles mecanismos de tolerancia adquirida tras exposiciones repetidas<sup>20,21</sup>.

Estas interacciones entre edad, inmunidad y exposición histórica son fundamentales para interpretar patrones epidemiológicos en poblaciones paucimunes o con transmisión intermitente en áreas de transmisión inestable y de baja intensidad<sup>22</sup>.

A pesar de la coexistencia de transmisión de malaria y envejecimiento acelerado en Colombia, persiste un vacío de evidencia sobre la epidemiología de la malaria en personas mayores, longevas y centenarias. No se dispone de estimaciones nacionales que describan la magnitud de los casos en edades extremas, su distribución territorial, las desigualdades étnicas y sociales asociadas, ni la frecuencia de complicaciones y hospitalización. Este vacío limita la comprensión del papel que las exposiciones infecciosas de por vida pueden desempeñar en la salud tardía y en la planificación de estrategias de eliminación con enfoque de equidad. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo describir la epidemiología de la malaria en población longeva y centenaria en Colombia durante el periodo 2010–2024.

## Materiales y métodos

### Diseño del estudio

Se realizó un estudio observacional descriptivo retrospectivo basado en una serie de casos poblacional proveniente del Sistema de Vigilancia en Salud Pública de Colombia (SIVIGILA) correspondiente al periodo 2010–2024.

### Fuente de información

SIVIGILA es el sistema oficial de notificación obligatoria de eventos de interés en salud pública en Colombia y cuenta con cobertura nacional en instituciones públicas y privadas<sup>23</sup>. Durante el periodo de estudio, solo se notifican como casos confirmados de malaria aquellos con demostración parasitológica mediante microscopía de gota gruesa, prueba diagnóstica rápida (PDR) o reacción en cadena de la polimerasa (PCR), de acuerdo con los lineamientos vigentes del Instituto Nacional de Salud para cada año. Se incluyeron todos los registros confirmados de malaria en personas con edad igual o superior a 77 años.

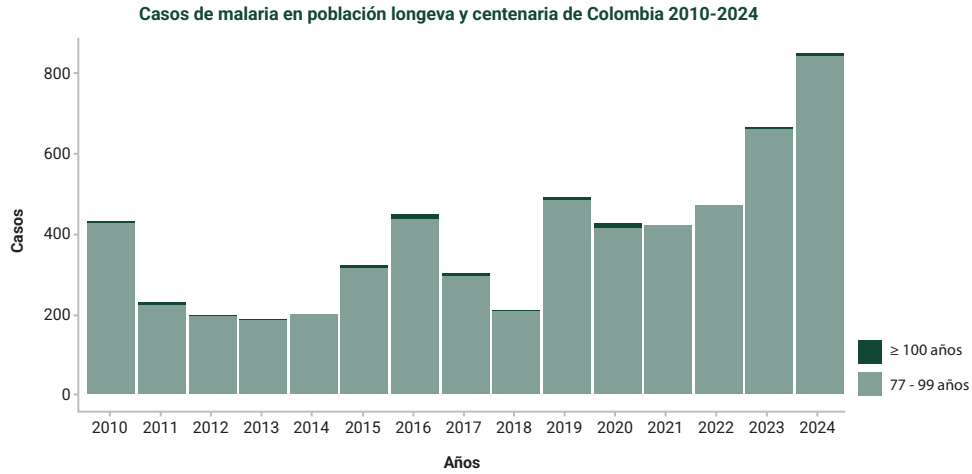
### Definiciones operativas y criterios de selección

Se definió como población longeva a los individuos entre 77 y 99 años y como centenarios a aquellos con edad igual o superior a 100 años<sup>24</sup>. Se excluyeron registros con inconsistencias irreconciliables en variables esenciales, tales como fechas cronológicamente incompatibles o edades fuera de rangos biológicamente plausibles.

### Variables del estudio

Se extrajeron variables sociodemográficas (edad, sexo, pertenencia étnica y tipo de aseguramiento en salud), variables clínicas (especie parasitaria, hospitalización y defunción) y variables espacio-temporales (año de notificación, departamento, municipio y área de ocurrencia clasificada como cabecera municipal, centro poblado o rural disperso).

También se obtuvieron las fechas de inicio de síntomas, consulta médica, hospitalización y defunción. A partir de estas se calcularon intervalos temporales en días para describir la atención clínica: tiempo entre inicio de síntomas y consulta, tiempo entre inicio de síntomas y hospitalización, y tiempo entre hospitalización y defunción.



**Figura 1.** Casos anuales de malaria en población longeva y centenaria de Colombia entre 2010-2024.

### Análisis estadístico

Debido al carácter descriptivo del estudio, no se plantearon hipótesis analíticas ni se evaluaron asociaciones causales. Se emplearon únicamente procedimientos de estadística descriptiva. Las variables categóricas se resumieron mediante frecuencias absolutas y proporciones. Las variables cuantitativas se describieron utilizando media, desviación estándar, mediana y rango intercuartílico. Los datos fueron depurados en Microsoft Excel 365®, analizados en R y representados espacialmente mediante QGIS.

### Resultados

#### Magnitud del evento

Entre 2010 y 2024 se notificaron en Colombia 1.107.870 casos de malaria, de los cuales 5.794 (0,5%) correspondieron a personas con edad igual o superior a 77 años. De estos, 5.735 (99%) pertenecieron al grupo de longevos y 59 (1%) a centenarios.

El número anual de casos mostró variación durante el período de estudio, con un promedio de 386 casos por año y un máximo de 843 casos en 2024 (**Figura 1**).

**Tabla 1.** Características sociodemográficas de casos de malaria en población longeva y centenaria entre 2010-2024

|               | Especie parasitaria |                      | Casos totales de malaria |
|---------------|---------------------|----------------------|--------------------------|
|               | <i>P. vivax</i>     | <i>P. falciparum</i> |                          |
| <b>n (%)</b>  | <b>3.018 (52)</b>   | <b>2.776 (48)</b>    | <b>5.794</b>             |
| <b>Género</b> |                     |                      |                          |
| Masculino     | 1.697 (56)          | 1.249 (45) *         | 2.946 (51)               |
| Femenino      | 1.321 (44)          | 1.527 (55)           | 2.848 (49)               |
| <b>Edad</b>   |                     |                      |                          |
| 77-82         | 1.915 (64)          | 1.689 (61)           | 3.604 (62)               |
| 83-88         | 827 (27)            | 776 (28)             | 1.603 (28)               |
| 89-94         | 180 (6)             | 218 (8) *            | 398 (7)                  |
| 95-99         | 74 (2)              | 56 (2)               | 130 (2)                  |
| >100          | 22 (1)              | 37 (1)               | 59 (1)                   |

...continuación de la tabla 1.

| n (%)                     | Especie parasitaria |                      | Casos totales de malaria |
|---------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------|
|                           | <i>P. vivax</i>     | <i>P. falciparum</i> |                          |
|                           | <b>3.018 (52)</b>   | <b>2.776 (48)</b>    | <b>5.794</b>             |
| <b>Etnia</b>              |                     |                      |                          |
| Afrodescendiente          | 771 (26)            | 2.175 (78)           | 2.946 (51)               |
| Mestizo                   | 1.519 (50)          | 328 (12)             | 1.847 (32)               |
| Indígena                  | 722 (24)            | 268 (10)*            | 990 (17)                 |
| Otros                     | 6 (0,2)             | 5 (0,2)              | 11 (0,2)                 |
| <b>Área de ocurrencia</b> |                     |                      |                          |
| Rural dispersa            | 1.642 (54)          | 938 (34)*            | 2.580 (45)               |
| Centro poblado            | 686 (23)            | 1.001 (36)           | 1.687 (29)               |
| Cabecera municipal        | 690 (23)            | 837 (30)             | 1.527 (26)               |
| <b>Tipo de régimen</b>    |                     |                      |                          |
| Subsidiado                | 2.817 (93)          | 2.528 (91)*          | 5.345 (92)               |
| Contributivo              | 159 (5)             | 176 (6)              | 335 (6)                  |
| Otros                     | 42 (1)              | 72 (3)               | 114 (2)                  |
| <b>Hospitalizados</b>     |                     |                      |                          |
| No                        | 2.756 (91)          | 2.666 (96)           | 5.422 (94)               |
| Si                        | 262 (9)             | 110 (4)*             | 372 (6)                  |

\*Durante el período 2010-2024 se presentó solo UNA muerte por *P. falciparum*. Correspondió a un individuo del género masculino de 92 años de etnia indígena con régimen subsidiado, residente de área rural dispersa en La Pedrera, departamento de Amazonas.

## Perfil demográfico y clínico

La distribución por sexo fue similar entre hombres (2.946; 51%) y mujeres (2.848; 49%). El grupo etario predominante fue 77–82 años, con 3.604 casos (62%), seguido por 83–88 años con 1.603 casos (28%), mientras que los grupos de mayor edad presentaron proporciones progresivamente menores. En relación con la pertenencia étnica, 2.946 casos (51%) ocurrieron en población afrodescendiente, 1.847 (32%) en población mestiza y 990 (17%) en población indígena. El tipo de aseguramiento correspondió principalmente al régimen subsidiado, con 5.345 casos (92%), seguido del contributivo con 335 (6%).

Durante el período analizado, 3.018 casos (52%) correspondieron a infección por *P. vivax* y 2.776 (48%) por *P. falciparum*. Se registraron 372 hospitalizaciones (6%) y una defunción durante el período de estudio (**Tabla 1**).

## Oportunidad de atención

El tiempo entre el inicio de síntomas y la consulta médica fue superior a 72 horas en 3.202 casos (55%). Un total de 2.592 casos (45%) consultaron dentro de las primeras 48 horas y 983 (17%) lo hicieron después de seis días. La consulta temprana se distribuyó en 1.043 casos en área rural dispersa, 787 en centros poblados y 762 en cabeceras municipales (**Tabla 2**).

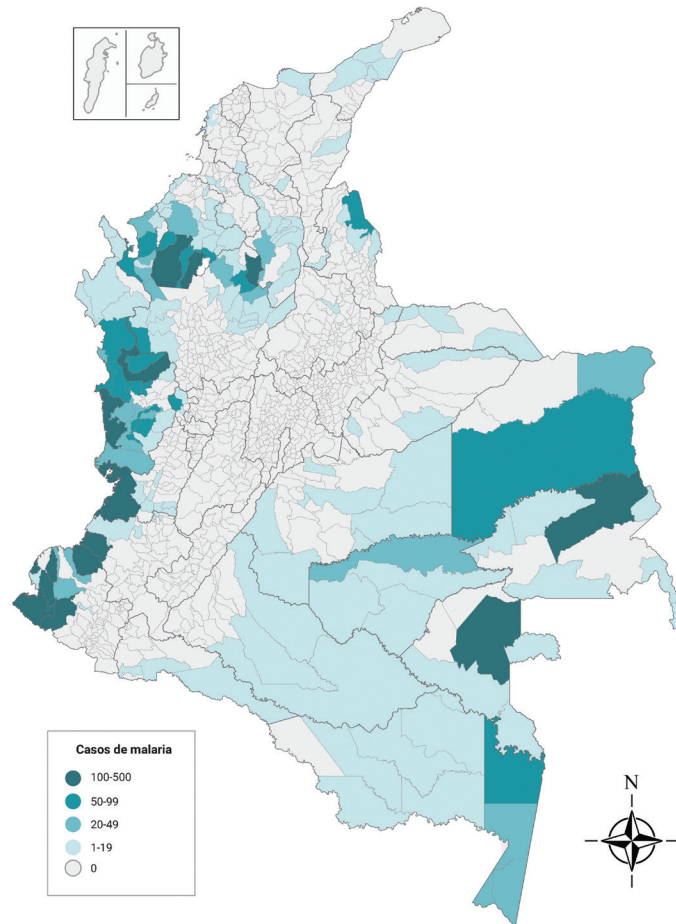
## Distribución geográfica

El 75% de los casos (4.351) se registraron en municipios endémicos de los departamentos de Chocó, Nariño, Antioquia y Córdoba. El 51% de los casos (2.975) se concentraron en un conjunto limitado de municipios localizados en los departamentos de Chocó, Nariño, Cauca, Valle del Cauca, Córdoba, Antioquia, Guainía y Vaupés (**Figura 2**).

La mayor carga se concentró en la región del Pacífico, que aportó 57% de los casos (3.290), con

**Tabla 2.** Tiempo de diagnóstico de casos de malaria en población longeva y centenaria de Colombia entre 2010-2024.

| Diagnóstico oportuno       | Cabecera municipal | Centro poblado | Rural disperso | Total        |
|----------------------------|--------------------|----------------|----------------|--------------|
| Entre 0-2 días (<48 horas) | 762                | 787            | 1.043          | 2.592        |
| Entre 3-5 días             | 518                | 627            | 1.074          | 2.219        |
| > 6 días                   | 247                | 273            | 463            | 983          |
| <b>Total</b>               | <b>1.527</b>       | <b>1.687</b>   | <b>2.580</b>   | <b>5.794</b> |



**Figura 2.** Distribución de los casos de malaria en población longeva y centenaria de Colombia entre 2010 y 2024 por municipio de ocurrencia.

**Fuente:** Elaborado por los autores.

predominio de *P. falciparum* (71%). Le siguió Urabá–Bajo Cauca–Sinú–San Jorge con 1.483 casos, principalmente por *P. vivax* (81%). La Amazonía registró 585 casos, con predominio marcado de *P. vivax* (88%); mientras que las regiones Andina, Caribe y Orinoquía notificaron cargas menores (165, 107 y 106 casos, respectivamente), también con mayor proporción de

*P. vivax* (77%–84%). Los departamentos más afectados fueron Chocó, Nariño, Antioquia, Córdoba, Amazonas y Guainía. En total, los casos se distribuyeron en 26 departamentos y 204 municipios, mostrando una amplia dispersión territorial. Del total nacional, 52% correspondió a *P. vivax* (3.018 casos) y 48% a

**Tabla 3.** Distribución de casos de malaria en población longeva y centenaria de Colombia entre 2010-2024, por región epidemiológica, especie de parásito, departamento y municipios de ocurrencia.

| Región                                | Casos (>77 años) 2010-2024 | % <i>P. vivax</i> (casos) | % <i>P. falciparum</i> (casos) | Departamentos (casos)  | Municipios con ocurrencia de casos |
|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------|--|------------------------------------|
| Pacífico                              | 3.290                      | 29% (955)                 | 71% (2.335)                    | Chocó (2.075), Nariño (765), Cauca (259), Valle (191)                                  | 58                                 |
| Urabá Bajo<br>Cauca Sinú<br>San Jorge | 1.483                      | 81% (1.201)               | 19% (282)                      | Antioquia (756), Córdoba (727)   | 54                                 |
| Amazonía                              | 585                        | 88% (513)                 | 12% (72)                       | Amazonas (202), Guainía (148), Vaupés (147), Guaviare (78), Caquetá (6), Putumayo (4), | 32                                 |
| Andina                                | 165                        | 80% (132)                 | 20% (33)                       | Risaralda (79), Norte de Santander 60), Boyacá (18), Caldas (7), Santander (1)         | 18                                 |
| Caribe                                | 107                        | 84% (90)                  | 16% (17)                       | Bolívar (88), La Guajira (8), Sucre (6), Magdalena (3), Cesar (2).                     | 26                                 |
| Orinoquía                             | 106                        | 77% (82)                  | 23% (24)                       | Vichada (79), Meta (19), Arauca (4), Casanare (4)                                      | 16                                 |
| No determinada                        | 58                         | 78% (45)                  | 22% (13)                       | -  | -                                  |
| <b>Total</b>                          | <b>5.794</b>               | <b>52% (3.018)</b>        | <b>48% (2.776)</b>             | <b>26</b>  | <b>204</b>                         |

*P. falciparum* (2.776 casos). Solo 58 casos quedaron sin determinación regional (Tabla 3).

## Discusión

El estudio aporta una primera aproximación nacional a la epidemiología de la malaria en población longeva y centenaria en Colombia, un grupo etario históricamente subrepresentado en la investigación sobre enfermedades transmitidas por vectores. La presencia sostenida de casos en personas  $\geq 77$  años, incluidos centenarios, es coherente con la persistencia de focos endémicos de baja intensidad y con exposiciones acumuladas a lo largo del curso de vida<sup>29-31</sup>.

La concentración geográfica en departamentos del Pacífico y del eje Urabá–Bajo Cauca se alinea con los patrones estructurales de transmisión descritos para el país<sup>3,5</sup> y sugiere que la eliminación requiere incorporar explícitamente la dimensión demográfica del envejecimiento<sup>9,32</sup>.

La baja letalidad observada, junto con un porcentaje limitado de hospitalizaciones, puede interpretarse desde marcos biológicos y sociales complementarios. La literatura sobre inmunidad adquirida frente a *Plasmodium* describe respuestas funcionales no esterilizantes tras exposiciones repetidas, capaces de modular la parasitemia y atenuar la gravedad clínica en adultos mayores<sup>17,33</sup>.

Estudios en longevos han señalado perfiles de resiliencia inmunitaria caracterizados por regulación del eje inflamatorio y expansión de células NK adaptativas<sup>34,35</sup>, mecanismos que podrían contribuir a cursos clínicos menos severos sin impedir la infección. De manera concurrente, es plausible un efecto de supervivencia selectiva, en el que quienes alcanzan edades extremas representen subgrupos con mayor tolerancia biológica a las consecuencias de la malaria<sup>36,37</sup>.

El predominio de casos en población afrodescendiente y en afiliados al régimen subsidiado refleja la intersección entre malaria, pobreza y exclusión territorial. Estos hallazgos son consistentes con evidencia regional que sitúa la malaria como fenómeno profundamente social, vinculado a economías extractivas, movilidad laboral y ruralidad dispersa<sup>38,39</sup>.

La concentración en municipios con barreras históricas de acceso sugiere que las personas mayores continúan expuestas a determinantes estructurales similares a los de grupos más jóvenes, sin beneficios diferenciales en términos de diagnóstico oportuno<sup>40</sup>.

La oportunidad diagnóstica inferior al 50% y comparable al panorama nacional indica que la edad avanzada no se traduce en rutas de atención más tempranas. La presentación clínica inespecífica en la vejez, sumada a la multimorbilidad y al solapamiento con síndromes geriátricos, podría favorecer retrasos en la sospecha y subregistro de complicaciones<sup>41,42</sup>.

Este escenario respalda la necesidad de fortalecer la capacidad del primer nivel para reconocer malaria en adultos mayores y de ampliar el acceso comunitario a pruebas rápidas en territorios con alta proporción de longevos<sup>1,43</sup>.

Desde un enfoque de curso de vida, la coexistencia de transmisión activa y envejecimiento acelerado plantea interrogantes sobre el papel de las exposiciones acumuladas en trayectorias de fragilidad y resiliencia. La persistencia de memorias humorales

y celulares descritas en estudios previos<sup>44,45</sup> ofrece un marco para interpretar por qué individuos muy longevos pueden cursar infecciones con baja gravedad aparente. Sin embargo, la inmunidad frente a *Plasmodium* es incompleta y dependiente del contexto<sup>46,47</sup>; por ello, estos patrones deben entenderse como moduladores de la expresión clínica y no como protección absoluta.

Las implicaciones para la política pública son relevantes. La agenda de eliminación de malaria en Colombia y en las Américas ha sido diseñada principalmente para la población en edad productiva<sup>1,9,48</sup>, con escasa consideración de los mayores. Los resultados sugieren que la microestratificación territorial del riesgo debería incorporar indicadores de envejecimiento<sup>49</sup>, adaptar mensajes de prevención a cuidadores y redes comunitarias, e integrar la búsqueda activa en programas de atención primaria al adulto mayor. La articulación con la estrategia de envejecimiento saludable podría mejorar la detección temprana y la adherencia al tratamiento<sup>32</sup>.

Entre las limitaciones del estudio, se incluyen el uso de notificación pasiva, susceptible a subregistro en edades extremas<sup>50</sup>; la ausencia de información sobre fragilidad, carga parasitaria y exposición previa; y la imposibilidad de diferenciar recaídas de nuevas infecciones<sup>51</sup>. Tampoco se dispuso de marcadores inmunológicos que permitieran explorar mecanismos de protección funcional<sup>52</sup>. A pesar de ello, el análisis visibiliza un grupo poblacional omitido y genera hipótesis para estudios prospectivos con serología, genotipificación y evaluación geriátrica integral.

En conclusión, la malaria en población longeva y centenaria en Colombia representa una fracción pequeña de la carga nacional, pero evidencia la persistencia de transmisión en territorios históricamente afectados. Los patrones observados son compatibles con exposiciones acumuladas, posibles mecanismos de inmunidad funcional y determinantes sociales que continúan operando en la vejez. Es pertinente incorporar la perspectiva del envejecimiento a las estrategias de eliminación de

malaria, fortalecer el diagnóstico oportuno y articular la respuesta con programas de atención al adulto mayor, los cuales son acciones necesarias para que dicha eliminación sea equitativa y sensible al curso de vida de estos grupos poblacionales.

## Agradecimientos

A la Red de gestión del conocimiento, la investigación y la innovación en malaria. Al Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública SIVIGILA del Instituto Nacional de Salud por permitir el acceso al uso de la información epidemiológica de malaria.

## Financiamiento

No se recibió financiación para la investigación, autoría y/o publicación de este artículo.

## Contribución de autoría

Luis Acuña-Cantillo: Redacción - revisión y edición, Recopilación de datos, Investigación, Análisis formal, Redacción - borrador inicial, Metodología

Julio Padilla: Análisis formal, Investigación, Redacción - borrador inicial, Metodología, Redacción - revisión y edición, Visualización, Recopilación de datos

Mario J Olivera: Conceptualización, Redacción - revisión y edición, Administración del proyecto, Supervisión, Investigación, Análisis formal, Redacción - borrador inicial, Recopilación de datos, Metodología, Visualización

## Conflicto de intereses

Los autores manifiestan no tener conflictos de intereses.

## Consideraciones éticas

La investigación se clasificó como sin riesgo de acuerdo con la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, al utilizar información secundaria anonimizada sin posibilidad de identificación individual. Se respetaron los principios de la Declaración de Helsinki, el Informe Belmont y las guías CIOMS<sup>25-28</sup>.

## Uso de herramientas de inteligencia artificial

Los autores declaran que no se ha utilizado ninguna herramienta de inteligencia artificial (como ChatGPT, Copilot, Gemini, u otras) en la redacción, análisis o revisión de este artículo.

## Referencias

1. WHO. World malaria report 2025: addressing the threat of antimalarial drug resistance. Geneva, Switzerland. World Health Organization; 2025. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240117822>
2. OMS. Estrategia Técnica Mundial contra la Malaria 2016-2030. Ginebra, Suiza. Organización Mundial de la Salud; 2015. [Citado el 14 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241564991>
3. Padilla-Rodríguez JC, Olivera MJ, Ahumada-Franco ML, Paredes-Medina A. Malaria risk stratification in Colombia 2010 to 2019. *Plos one*. 2021; 16(3): e0247811. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247811>
4. Naranjo-Díaz N, Correa MM. An updated checklist of Anopheles (Diptera, Culicidae) of Colombia with new records and distribution data. *Zookeys*. 2025; 1231: 169-189. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1231.133711>
5. Olivera MJ, Padilla-Rodríguez J, Chaparro-Narváez P, León-Quevedo, W. L. Epidemiology of Plasmodium vivax malaria infection in Colombia. *The Microbe*. 2024; 5:100209. <https://doi.org/10.1016/j.microb.2024.100209>
6. Olivera MJ, Porras-Villamil JF, Fuentes MV. Outbreaks and incidence of vector-borne diseases in Colombia (2007-2024): Impact of climate change and deforestation. *Biomédica*. 2025; 45(S2): 17-29. <https://doi.org/10.7705/biomedica.7897>
7. INS. Informe de evento malaria 2024. Instituto Nacional de Salud. Bogotá D.C, Colombia; 2024. [Consultado el 14 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/MALARIA%20INFORME%20DE%20EVENTO%202024.pdf>
8. OPS. Manual para la estratificación según el riesgo de malaria y la eliminación de focos de transmisión. Organización Panamericana de la Salud. Washington D.C, EEUU; 2020. [Consultado el 14 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://iris.paho.org/items/d6716acc3921-41b3-a428-e5f781f2d307>
9. Minsalud. Plan nacional para la eliminación de la transmisión de la malaria por Plasmodium falciparum. Colombia 2025-2031. Dirección de Promoción y Prevención. Subdirección de Enfermedades Transmisibles. Grupo de Gestión Integrada de Enfermedades Endemo-epidémicas. Ministerio de Salud y Protección Social. Bogotá D.C, Colombia. Febrero de 2026. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ET/plan-nacional-eliminacion-enfermedades-trasmisibles-condiciones-prioritarias-2025-2031.pdf>
10. Castellanos E, Vega I, Cristancho Fajardo C. Envejecimiento y la transición de la estructura poblacional

- por edades en Colombia. *Tendencias*. 2022; 23(1): 29-57. <https://doi.org/10.22267/rtend.222301.197>
11. Crimmins EM, Finch CE. Infection, inflammation, height, and longevity. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2006; 103(2):498-503. <https://doi.org/10.1073/pnas.050147010>
  12. Strulik H, Grossmann V. The economics of aging with infectious and chronic diseases. *Econ Hum Biol*. 2024; 52:101319. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2023.101319>
  13. McNitt SA, Dick JK, Hernandez-Castaneda MA, Sangala J, Pierson M, Macchietto M, et al. Phenotype and function of IL-10-producing NK cells in individuals with malaria experience. *JCI Insight*. 2025;10(9):e183076. <https://doi.org/10.1172/jci.insight.183076>
  14. Cuapio A, Ljunggren HG. Both inhibitory and activating KIRs recognize RIFINs: a dual-edged mechanism of NK cell control in malaria. *Signal Transduct Target Ther*. 2025;10(1):253. <https://doi.org/10.1038/s41392-025-02341-5>
  15. Zander RA, Vijay R, Pack AD, Guthmiller JJ, Graham AC, Lindner SE, et al. Th1-like Plasmodium-Specific Memory CD4<sup>+</sup> T Cells Support Humoral Immunity. *Cell Rep*. 2017;21(7):1839-1852. <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2017.10.077>
  16. Schmitt V, Rink L, Uciechowski P. The Th17/Treg balance is disturbed during aging. *Exp Gerontol*. 2013;48(12):1379-1386. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2013.09.003>
  17. Dooley NL, Chabikwa TG, Pava Z, Loughland J, Hamelink J, Berry K, et al. Single cell transcriptomics shows that malaria promotes unique regulatory responses across multiple immune cell subsets. *Nat Commun*. 2023; 14:7387. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-43181-7>
  18. Mohandas N, An X. Malaria and human red blood cells. *Med Microbiol Immunol*. 2012;201(4):593-598. <https://doi.org/10.1007/s00430-012-0272-z>
  19. Lewis SN, Guiton PS. Natural killer cells and antibodies versus malaria. *Nat Microbiol*. 2023; 8(6):1001. <https://doi.org/10.1007/s00430-012-0272-z>
  20. Alencar Filho AC, Lacerda MV, Okoshi K, Okoshi MP. Malaria and vascular endothelium. *Arq Bras Cardiol*. 2014;103(2):165-9. <https://doi.org/10.5935/abc.20140088>
  21. Bush MA, Anstey NM, Yeo TW, Florence SM, Granger DL, Mwaikambo ED, et al. Vascular Dysfunction in Malaria: Understanding the Role of the Endothelial Glycocalyx. *Front Cell Dev Biol*. 2021; 9:751251. <https://doi.org/10.3389/fcell.2021.751251>
  22. Torres KJ, Villasis E, Bendezú J, Chauca J, Vinetz J, Gamboa D. Relationship of regulatory T cells to Plasmodium falciparum malaria symptomatology in a hypoendemic region. *Malar J*. 2014; 13:108. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-13-108>
  23. INS. Protocolo de Vigilancia en Salud Pública de Malaria. versión 6. Instituto Nacional de Salud. Bogotá D.C, Colombia; 2024. [Consultado el 15 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.33610/FLCL8388>
  24. DANE. Proyecciones de Población 2018-2070. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Bogotá D.C, Colombia; 2024. [Consultado el 18 de febrero de 2026] Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
  25. Minsalud. Resolución 8430 de 1993: Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Ministerio de Salud y Protección Social. Bogotá D.C, Colombia; 1993. [Consultado el 02 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.pdf>
  26. CIOMS. Pautas éticas internacionales para la investigación biomédica en seres humanos. Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas, Organización Mundial de la Salud. Ginebra, Suiza; 2002. [Consultado el 29 de enero de 2026]. Disponible en: [https://cioms.ch/wp-content/uploads/2016/08/PAUTAS\\_ETICAS\\_INTERNACIONALES.pdf](https://cioms.ch/wp-content/uploads/2016/08/PAUTAS_ETICAS_INTERNACIONALES.pdf)
  27. Department of health, education, and welfare; National Commission for the protection of human subjects of biomedical and behavioral research. The Belmont report. Ethical principles and guidelines for the protection of human subjects of research. *J Am Coll Dent*. 2014; 81(3):4-13.
  28. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMN – Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos 1964. [Consultado el 11 de enero de 2026]. Disponible: <https://www.wma.net/es/politicas-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
  29. Loughland JR, Dooley NL, Pava Z, SheelaNair A, Andrew D, Tipping P. Age is an intrinsic driver of inflammatory responses to malaria. *Nat Commun*. 2025; 16:8665. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-63638-1>
  30. Gowda DC, Wu X. Parasite recognition and signaling mechanisms in innate immune responses to malaria. *Front Immunol*. 2018; 9:3006. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.03006>
  31. Boyle MJ, Engwerda C.R, Jagannathan P. The impact of Plasmodium-driven immunoregulatory networks on immunity to malaria. *Nature Reviews Immunology*. 2024; 24(9):637-653. <https://doi.org/10.1038/s41577-024-01041-5>
  32. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Ageing 2023: Challenges and opportunities of population ageing in the least developed countries. New York, United States; 2023. [Consultado el 18 de febrero de 2026]. Disponible: <https://desapublications.un.org/publications/world-population-ageing-2023-challenges-and-opportunities-population-ageing-least>
  33. Doolan DL, Dobaño C, Baird JK. Acquired immunity to malaria. *Clin Microbiol Rev*. 2009; 22(1):13-36. <https://doi.org/10.1128/cmr.00025-08>
  34. Monti D, Ostan R, Borelli V, Castellani G, Franceschi C. Inflammaging and human longevity in the omics era. *Mech Ageing Dev*. 2017; 165(Pt B):129-138. <https://doi.org/10.1016/j.mad.2016.12.008>
  35. Aiello A, Farzaneh F, Candore G, Caruso C, Davinelli S, Gambino CM, et al. Immunosenescence and its hallmarks: How to oppose aging strategically? A Review

- of Potential Options for Therapeutic Intervention. *Front Immunol.* 2019; 10:2247. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.02247>
36. Müller L, Di Benedetto S. Immunosenescence and inflammaging: Mechanisms and modulation through diet and lifestyle. *Front Immunol.* 2025; 16:1708280. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2025.1708280>
  37. Hazeldine J, Lord JM. Innate immunosenescence: underlying mechanisms and clinical relevance. *Biogerontology.* 2015; 16(2):187-201. <https://doi.org/10.1007/s10522-014-9514-3>
  38. Olivera MJ, Peña C, Yasnot MF, Padilla-Rodríguez J. Socioeconomic determinants for malaria transmission risk in Colombia: An ecological study. *Microbes Infect Chemother.* 2022; 2:e1339. <https://doi.org/10.54034/mic.e1339>
  39. Hotez PJ. The poverty-related neglected diseases: Why basic research matters. *Plos Biology.* 2017; 15(11):e2004186. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2004186>
  40. Mousa A, Al-Taiar A, Anstey NM, Badaut C, Barber BE, Bassat Q. The impact of delayed treatment of uncomplicated *P. falciparum* malaria on progression to severe malaria: A systematic review and a pooled multicentre individual-patient meta-analysis. *Plos Med.* 2020;17(10):e1003359. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003359>
  41. White NJ. Severe malaria. *Malar J.* 2022; 21(1):284. <https://doi.org/10.1186/s12936-022-04301-8>
  42. Ferro C, Rincón-Acevedo C, Olivera MJ, Walteros D, Prieto F. Clinical and epidemiological characteristics of complicated malaria in Colombia, 2019. *The Microbe.* 2025; 6:100265. <https://doi.org/10.1016/j.microb.2025.100265>
  43. Olivera MJ, Caro HM, Gómez JR. Inequitable access to healthcare and the malaria burden in Colombia: a value-based policy approach for sustainable elimination. *Med J Islam Repub Iran.* 2025; 39:1308–1315. <https://doi.org/10.47176/MJIRI.39.146>
  44. Portugal S, Tipton CM, Sohn H, Kone Y, Wang J, Li S, et al. Malaria-associated atypical memory B cells exhibit markedly reduced B cell receptor signaling and effector function. *Elife.* 2015; 4: e07218. <https://doi.org/10.7554/eLife.07218>
  45. von Borstel A, Chevour P, Arsovski D, Krol JMM, Howson LJ, Berry AA, et al. Repeated Plasmodium falciparum infection in humans drives the clonal expansion of an adaptive  $\gamma\delta$  T cell repertoire. *Sci Transl Med.* 2021;13(622):eabe7430. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.abe7430>
  46. Dantzer KW, Ma S, Ngotho P, Stone WJR, Tao D, Rijpma S, et al. Naturally acquired immunity against immature Plasmodium falciparum gametocytes. *Sci Transl Med.* 2019 Jun 5;11(495):eaav3963. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.aav3963>
  47. Requena P, Gómez-Pérez GP, McCall MBB, Barrios D, Aguilar R, Fernández-Morata J, et al. Effect of controlled human Plasmodium falciparum infection on B cell subsets in individuals with different levels of malaria immunity. *Med Microbiol Immunol.* 2025;214(1):47. <https://doi.org/10.1007/s00430-025-00847-x>
  48. OPS. Plan de acción para la eliminación de la malaria 2021-2025. Organización Panamericana de la Salud. Washington, EE.UU; 2022.[Consultado el 18 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/56859>
  49. Cohen JM, Le Menach A, Pothin E, Eisele TP, Gething PW, Eckhoff PA, et al. Mapping multiple components of malaria risk for improved targeting of elimination interventions. *Malar J.* 2017; 16(1):459. <https://doi.org/10.1186/s12936-017-2106-3>
  50. Reyburn H, Mbatia R, Drakeley C, Carneiro I, Mwakasungula E, Mwerinde O, et al. Overdiagnosis of malaria in patients with severe febrile illness in Tanzania: a prospective study. *BMJ.* 2004; 329(7476):1212. <http://bmj.com/cgi/doi/10.1136/bmj.38251.658229.55>
  51. Bousema T, Okell L, Felger I, Drakeley C. Asymptomatic malaria infections: detectability, transmissibility and public health relevance. *Nat Rev Microbiol.* 2014; 12(12):833-40. <https://doi.org/10.1038/nrmicro3364>
  52. Rodríguez-Barraquer I, Arinaitwe E, Jagannathan P, Kamya MR, Rosenthal PJ, et al. Quantification of anti-parasite and anti-disease immunity to malaria as a function of age and exposure. *Elife.* 2018; 7:e35832. <https://doi.org/10.7554/eLife.35832>